

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-168094

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
C23C 16/44  
C23C 16/50  
H01L 21/205

(21)Application number : 09-332571

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 03.12.1997

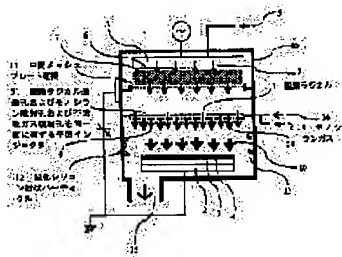
(72)Inventor : YUDA KATSUHISA

## (54) PLASMA CVD EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress or prevent the generation and attachment of powdery particles which can easily attach to an intermediate mesh plate electrode and gas injector and also suppress or prevent the peel-off of a oxide film, which becomes thick on the surface of the intermediate mesh plate electrode and of the gas injector.

SOLUTION: Oxygen plasma 6 is generated between a high frequency applied electrode 1 and an intermediate mesh plate electrode 11, and oxygen radicals 7 which have passed through the intermediate mesh plate electrode 11 are caused to react with monosilane gas 9 to jet out from a flat injector 31 to form a silicon oxide film 4 on a substrate 3. Between a plurality of monosilane gas jetting holes and oxygen radial through-holes, which are formed independently in a flat injector, inactive gas jetting hole which jet out inactive gas such as a helium are formed. Consequently, rapid reaction between the oxygen radicals and monosilane gas near the flat injector is suppressed, and generation of silicon oxide powdery particles which tend to generated by rapid reaction and their attachment to the flat injector is suppressed prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	03.12.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3161394
[Date of registration]	23.02.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1] plasma CVD equipment characterize by have the device which control a reaction near [ said ] the middle mesh plate electrical and electric equipment of the radical and ingredient gas which passed said middle mesh plate electrode in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room .

[Claim 2] the plasma CVD equipment characterize by to have the device which control a reaction near [ said ] the ingredient gas injector of the radical and the ingredient gas which passed said middle mesh plate electrode in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 3] Plasma-CVD equipment characterized by having an inert gas injector between said middle mesh plate electrode and said ingredient gas injector in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates.

[Claim 4] The plasma-CVD equipment characterized by to have the hole which pass the radical which said middle mesh plate electrode produced in the plasma generating field in the plasma-CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates , and the hole which inject inert gas .

[Claim 5] Plasma-CVD equipment characterized by to have the hole which pass the radical which said middle mesh plate electrode produced in the plasma generating field in the plasma-CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , the hole which make ingredient gas inject , and the hole which inject inert gas .

[Claim 6] The plasma CVD equipment characterize by to have the hole which pass the radical which the above-mentioned gas injector produced in a plasma generating field in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have a gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates , the hole which make ingredient gas inject , and the hole which inject inert gas .

[Claim 7] Plasma-CVD equipment characterized by having a means to control that the film deposited between the plasma generating room and the substrate processing room at said middle mesh plate in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared exfoliates.

[Claim 8] plasma CVD equipment characterize by to have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and to have a means control that the film deposited in the plasma CVD equipment which have an ingredient gas injector at said ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates exfoliate .

[Claim 9] it be plasma CVD equipment which characterize by to be form said ingredient gas injector with an ingredient with the coefficient of thermal expansion difference of an ingredient gas injector ingredient and a membrane formation ingredient small than the coefficient of thermal expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 10] In the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates Said ingredient gas injector is plasma-CVD equipment characterized by being covered with covering material and covering the coefficient-of-thermal-expansion difference of the covering material and membrane formation ingredient with the ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

[Claim 11] it be plasma CVD equipment characterize by to be form said middle mesh plate electrode with an ingredient with the coefficient of thermal expansion difference of a middle mesh plate electrode material and a membrane formation ingredient small than the coefficient of thermal expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 12] In the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates Said middle mesh plate electrode is plasma-CVD equipment characterized by being covered with covering material and covering the coefficient-of-thermal-expansion difference of the covering material and membrane formation ingredient with the ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

[Claim 13] Plasma-CVD equipment with which the coefficient-of-thermal-expansion difference of the ingredient of said inert gas injector front face and a membrane formation ingredient is characterized by being smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient at least in plasma-CVD equipment according to claim 3.

[Claim 14] Plasma-CVD equipment characterized by being the structure where said middle mesh plate electrode can have the temperature of 100 degrees C or more in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room.

[Claim 15] Plasma CVD equipment characterize by be the structure where said ingredient gas injector can have the temperature of 100 degrees C or more in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates.

[Claim 16] Plasma-CVD equipment with which said ingredient gas injector is characterized by be constituted including a heating element in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 17] Plasma-CVD equipment with which said middle mesh plate electrode is characterized by be constituted including a heating element in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 18] Plasma-CVD equipment characterized by connecting said ingredient gas injector with the heating element in the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and has an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates .

[Claim 19] plasma CVD equipment characterize by connect said middle mesh plate electrode with the heating element in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room , and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate poles and substrates .

[Claim 20] Plasma-CVD equipment characterized by being the structure where said gas injector can have the temperature of 100 degrees C or more in plasma-CVD equipment according to claim 3.

[Claim 21] it be plasma CVD equipment characterize by for distance with the substrate installation lateral electrode with which said ingredient gas injector be equip with a heater in the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates to be 120mm or less.

[Claim 22] The middle mesh plate of the plasma CVD equipment which have the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes be prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, and have an ingredient gas injector between said middle mesh plate electrodes and substrates be plasma CVD equipment characterize by distance with a substrate installation lateral electrode equipped with a heater be 120mm or less.

[Claim 23] Plasma-CVD equipment according to claim 1 to 22 characterized by the configuration of a middle mesh plate electrode being a square.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to suspension of the particle deposited especially on the chamber internal, and control of the piece exfoliation of the film about the plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode which separates a plasma production field and a substrate process field.

[0002]

[Description of the Prior Art] Controlling a plasma damage, there is the remote plasma-CVD method for dividing a plasma generating field and a deposited substrate into one of the plasma-CVD methods which performs film formation spatially to a substrate, and it has become a technique important as a thin film forming method which can produce a high-reliability device and a high performance device in the semiconductor device process to it. The switching transistor formation process and drive circuit transistor formation process of a large area flat-panel display, and as remote plasma-CVD equipment which can respond to large-sized substrate thin film formation processes, such as a diameter silicon wafer process of macrostomia In parallel monotonous plasma-CVD equipment, for example, between a RF impression electrode and the counterelectrode with which a deposited substrate is installed as indicated by JP,5-21393,A The mesh plate electrode which two or more holes opened is installed, and the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment which shuts up the plasma between this middle mesh plate electrode and a RF impression electrode is known. This parallel monotonous remote plasma-CVD equipment is useful to especially silicon oxide film, a silicon nitride film, etc. used as the silicon oxide film used as the gate dielectric film in a large-sized glass substrate top thin film transistor, a silicon nitride film, the amorphous silicon film that similarly serves as the barrier layer and gate electrode in a large-sized glass substrate top thin film transistor, and the interlayer insulation film in a large-sized Si substrate top transistor component.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The schematic diagram of conventional parallel monotonous remote plasma-CVD equipment is shown in drawing 28, and when forming the silicon oxide film, signs that silicon oxide powder particle generates and adheres are explained. In remote plasma-CVD equipment, when forming the silicon oxide film 4 by making mono-silane gas 9 and oxygen gas 5 into ingredient gas, as shown in drawing 28, the silicon oxide film accumulates not only on a chamber wall but on the ingredient gas injector 8 and the middle mesh plate electrode 11 which introduce mono-silane gas 9 etc. In the ingredient gas injector 8 neighborhood, the reaction of mono-silane gas 9 and the diffused oxygen radical 7 is intense, the silicon oxide deposition thickness to the middle mesh plate electrode 11 located near the ingredient gas injector 8 and the ingredient gas injector is thicker than the deposited substrate 3, and the film tends to contain the silicon oxide powder particle 12 here. In further conventional remote plasma-CVD equipment, even if the temperature of the ingredient gas injector 8 and the middle mesh plate electrode 11 considers the radiant heat from the heater of the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, it is at most 70 degrees C, and if it is low temperature, a certain

forge-fire deposition film will become powder. In addition, generally the silicon oxide film and other CVD film have the property to be easy to become powder, under low temperature, high-speed deposition, and a high-pressure membrane formation condition.

[0004] If the film is formed in up to the silicon oxide powder particle 14 which adhered on the deposited substrate 3 which this powder particle 12 floats and forms a device, and adhered to that deposited substrate 3, insulation will become very low and a particle adhesion part will become gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device with an unsuitable thing.

[0005] Moreover, the silicon oxide film which showed the schematic diagram of the conventional ingredient gas injector to drawing 29, and adhered to it thick-film-izes, and signs that the piece of the film exfoliates are explained. As shown in drawing 29, the ingredient gas injector 22 is usually a product made from stainless steel, because of the coefficient-of-thermal-expansion difference of the silicon oxide film and stainless steel, a crack 17 goes into the deposition silicon oxide thick film 18 by change of chamber temperature, and the piece 21 of the silicon oxide film exfoliates from the charge gas injector 22 of stainless steel lumber. If the piece 21 of the exfoliation film adheres on a deposited substrate at the time of film formation and the film is formed on it, it will become unsuitable as gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device like the case where it is said powder particle.

[0006] Although there is also a method of performing frequently dry etching cleaning and wet etching cleaning of chamber components in order to avoid the above problem, productivity will be reduced by this approach.

[0007] By the way, when the depository object of a reaction chamber pars basilaris ossis occipitalis exfoliates or floats, the technique of preventing depositing as particle on a substrate is indicated by JP,5-291240,A. The plasma-CVD film is formed with this technique, slushing nitrogen or inert gas into a reaction chamber from the pinhole of a large number opened in the reaction chamber pars basilaris ossis occipitalis. Since nitrogen gas etc. is blowing off even if excessive gas reacts each other by this and it falls at the reaction chamber pars basilaris ossis occipitalis, it is supposed that it will not adhere to a pars basilaris ossis occipitalis, but will be exhausted.

[0008] Moreover, a septum is formed in the ion source side of a chamber, the rare-gas inlet which introduces rare gas into the side attachment wall of an accessory cell made by the septum is established in the microfilm (JP,62-166627,U) of an application for utility model registration No. 55174 [ Showa 61 to ], and the technique which introduces rare gas from the direction which intersects perpendicularly... with the flow of the dust containing the ion plasma or a particle is indicated. It is carrying out, if dust does not reach a direct wafer, since rare gas collides with dust and dust is scattered about by this.

[0009] However, in these official reports, it cannot prevent the film accumulating on an ingredient gas injector or a middle mesh plate electrode.

[0010] The purpose of this invention is to offer the plasma-CVD equipment which can control powder particle deposition on chamber components, and the film exfoliation from the chamber components by the coefficient-of-thermal-expansion difference.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is characterize by take the following means in the plasma CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room, or said plasma CVD equipment which has an ingredient gas injector between a middle mesh plate and a substrate.

(1) Near the middle mesh plate electrode, it has the device which controls the reaction of ingredient gas. Moreover, if it is in the plasma-CVD equipment which has an ingredient gas injector, the reaction of the ingredient gas near the ingredient gas injector is controlled. It can attain by specifically having the device which injects inert gas between a plasma generating room and a substrate processing room.

[0012] It is controlled or prevented that particle does not occur but particle adheres to an ingredient gas injector or a middle mesh plate electrode by having the device which injects inert gas since early film precursor generation an ingredient gas injector and near a middle mesh plate electrode can be controlled.

Therefore, particle floats from an ingredient gas injector or a middle mesh plate electrode, adhering on a deposited substrate is controlled or prevented, and it becomes possible [ forming gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device without a defect ].

[0013] A configuration like (2) - (5) can be considered as a device which spouts inert gas.

(2) It has an inert gas injector between a middle mesh plate electrode and an ingredient gas injector.

(3) A middle mesh plate electrode has the hole which passes the radical produced in the plasma generating field, and the hole which injects inert gas.

(4) A middle mesh plate electrode has the hole which passes the radical produced in the plasma generating field, the hole which makes ingredient gas inject, and the hole which injects inert gas.

(5) The above-mentioned gas injector has the hole which passes the radical produced in the plasma generating field, the hole which makes ingredient gas inject, and the hole which injects inert gas.

[0014] Moreover, there are the following as other means for solving the above-mentioned technical problem.

(6) It has a means to control that the film deposited on the middle mesh plate electrode (they are a middle mesh plate electrode or an ingredient gas injector when it has an ingredient gas injector) exfoliates. Therefore, the coefficient-of-thermal-expansion difference (and/or at least coefficient-of-thermal-expansion difference of the ingredient of an ingredient gas injector front face and a membrane formation ingredient) of the ingredient of a middle mesh plate electrode surface and a membrane formation ingredient is characterized by being smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient at least.

[0015] In the above middle mesh plate electrodes or ingredient gas injectors When CVD chamber temperature changes, since the coefficient-of-thermal-expansion difference with a membrane formation ingredient is small Since being able to control or prevent, and the piece of the film exfoliating from an ingredient gas injector or a middle mesh plate electrode, and a crack arising or exfoliating floating on the adhering film, and adhering to it on a deposited substrate is controlled or prevented, It becomes possible to form gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device without a defect.

[0016] When membrane formation ingredients are silicon oxide, polycrystalline silicon, and amorphous silicon, the coefficient of thermal expansion of  $14.7 \times 10^{-6}/\text{degree C}$  and silicon oxide forms a middle mesh plate electrode and an ingredient gas injector with an ingredient with which a coefficient-of-thermal-expansion difference becomes small rather than these differences since  $0.4 - 1 \times 10^{-6}/\text{degree C}$  and silicon are  $0.5 \times 10^{-6}/\text{degrees C}$ , or a stainless coefficient of thermal expansion should just cover a middle mesh plate electrode and an ingredient gas injector with these ingredients. There is the following as an ingredient suitable for such covering.

[0017]

Ingredient Coefficient of thermal expansion ( $\times 10^{-6}/\text{degree C}$ )

A quartz 0.4-0.55 Soda lime glass 8-9 Oxidization titanium 9 An alumina 8.3 Titanium 8.4 Silicon 5 Molybdenum 4.9 Tungsten 4.6 Tantalum 6.5 -- the quartz and especially the alumina are excellent among these ingredients.

[0018] In creating a middle mesh plate electrode and the ingredient gas injector itself, soda lime glass, titanium, molybdenum, the tungsten, and the tantalum are suitable among the above-mentioned ingredients.

[0019] A configuration like (7) - (10) can be considered as a configuration of such a CVD system.

(7) The ingredient gas injector is formed with the ingredient with the coefficient-of-thermal-expansion difference of an ingredient gas injector ingredient and a membrane formation ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

(8) The ingredient gas injector is covered with the ingredient with the coefficient-of-thermal-expansion difference of the covering material of an ingredient gas injector, and a membrane formation ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

(9) The middle mesh plate electrode is formed with the ingredient with the coefficient-of-thermal-expansion difference of a middle mesh plate electrode material and a membrane formation ingredient



smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

(10) The middle mesh plate electrode is covered with the ingredient with the coefficient-of-thermal-expansion difference of the covering material of a mesh plate, and a membrane formation ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient.

[0020] Moreover, when it has an inert gas injector like the above (2), an inert gas injector can be covered with an ingredient with which the coefficient of thermal expansion of an inert gas injector and a membrane formation ingredient becomes smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of stainless steel and a membrane formation ingredient, or an inert gas injector can also be created with such an ingredient.

[0021] Moreover, there are the following as other means for solving the above-mentioned technical problem.

(11) It is characterized by being the structure where said middle mesh plate electrode or an ingredient gas injector can have the temperature of 100 degrees C or more so that silicon oxide powder particle deposition in said middle mesh plate electrode or an ingredient gas injector may be controlled.

[0022] In the above middle mesh plate electrodes or ingredient gas injectors, since the skin temperature is kept at 100 degrees C or more, the film adhering to a middle mesh plate electrode or an ingredient gas injector turns into precise film, and can control or prevent that the particle-like film adheres. Therefore, particle floats from a middle mesh plate electrode or an ingredient gas injector, adhering on a deposited substrate is controlled or prevented, and it becomes possible [ forming gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device without a defect ].

[0023] A configuration like (12) - (17) can be considered as a configuration of such a CVD system.

(12) The ingredient gas injector is constituted including the heating element.

(13) The middle mesh plate electrode is constituted including the heating element.

(14) The ingredient gas injector is connected with the heating element.

(15) The middle mesh plate electrode is connected with the heating element.

(16) Distance with the substrate installation lateral electrode with which an ingredient gas injector is equipped with a heater is 120mm or less.

(17) Distance with the substrate installation lateral electrode with which a middle mesh plate is equipped with a heater is 120mm or less.

[0024] Moreover, the purpose is attained when it has an inert gas injector like the above (2), and distance with the substrate installation lateral electrode with which it connects with the heating element, or it is equipped with a heater or the inert gas injector is constituted including the heating element is 120mm or less.

[0025] Furthermore, a middle mesh plate electrode can be used as a square in equipment [ more than ].

In recent years, a substrate will be enlarged and plasma-CVD equipment will also be increasingly enlarged in having used the conventional circular middle mesh plate. According to the configuration of a substrate, the miniaturization of equipment can be attained by using a middle mesh plate electrode as a square.

[0026]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained referring to drawing.

[0027] (Operation gestalt 1) Silicon oxide film formation according to the gestalt of operation of the 1st of this invention to parallel monotonous remote plasma CVD is taken for an example, and it explains to a detail with reference to drawing 1 - drawing 4 . Drawing 1 is the schematic diagram of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt, and shows the situation of silicon oxide membrane formation. Drawing 2 is the bottom view of the ring-like gas injector of this equipment. Drawing 3 is the bottom view of the inert gas flat-surface injector of this equipment. Drawing 4 is the sectional view of drawing 3 .

[0028] The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention is constituted by the

vacuum chamber in which evacuation is possible, the RF impression electrode 1 containing the gas shower head, the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, the middle mesh plate electrode 11, the ring-like ingredient gas injector 8, and the ring-like inert gas injector 23 as fundamentally shown in drawing 1. An example of the configuration of the ring-like ingredient gas injector 8 is shown in drawing 2. The configuration of the ring-like inert gas injector 23 is the same as the configuration of the ring-like ingredient gas injector 8 of drawing 2. Moreover, the mesh plate aperture of said middle mesh plate electrode 11 has die length comparable as the Debye length of the plasma in the generated oxygen plasma so that the oxygen plasma generated between the RF impression electrodes 1 can be shut up efficiently.

[0029] The formation approach of the silicon oxide film is as follows. Oxygen gas 5 is introduced into the RF impression electrode 1 containing the gas shower head within the CVD chamber by which evacuation was carried out, and glow discharge is made to cause between the middle mesh plate electrodes 11. The generated oxygen plasma 6 is efficiently shut up between the RF impression electrode 1 and the middle mesh plate electrode 11. Consequently, the plasma consistency between the middle mesh plate electrode 11 and the substrate side counterelectrode 2 is about  $10^5$  -  $10^6$  cm<sup>-3</sup> to the plasma consistency in the inside of the oxygen plasma 6 being about  $[10^{10}\text{cm}^{-3}]$  three. In the oxygen plasma, oxygen ion, an electron, the excited neutral oxygen radical exist, in oxygen ion and an electron, it goes in the direction of the deposited substrate 3 by electric field and diffusion, and an oxygen radical 7 goes in the direction of the deposited substrate 3 by diffusion. However, since it is outside the plasma, and it is very small compared with the flux of an oxygen radical 7, the flux of the oxygen ion which faces to the deposited substrate 3 has a contribution of an oxygen radical 7 dominant in silicon oxide formation. The diffused oxygen radical 7 reacts with the mono-silane gas 9 injected from the ingredient gas injector 8, forms the silicon oxide precursor 10, and forms the silicon oxide film 4 on the deposited substrate 3.

[0030] Since the plasma consistency between the middle mesh plate electrode 11 and the substrate side counterelectrode 2 is very low as mentioned above, compared with the usual parallel monotonous plasma-CVD method, the plasma damage to the deposited substrate 3 is low. This effectiveness shows up in the case on the front face of silicon in which a substrate front face forms an MOS interface notably, and is SiO<sub>2</sub> on a single crystal silicon substrate with the usual parallel monotonous plasma-CVD method. It is SiO<sub>2</sub> with an parallel monotonous remote plasma-CVD method to that MOS interface-state-density consistency being  $10^{11}$  -  $10^{12}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$  near a mid gap, when the film is formed. When the film is formed, it becomes the low interface-state-density consistency of  $10^{10}\text{cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$  one set.

[0031] The description of this operation gestalt is having the ring-like inert gas injector 23 which supplies inert gas 24, such as gaseous helium, between the middle mesh plate electrode 11 and the ring-like ingredient gas injector 8 which supplies mono-silane gas 9. If inert gas 24 is supplied from said ring-like inert gas injector 23, silicon oxide powder particle adhesion in the middle mesh plate electrode 11 which stopped easily being able to diffuse the mono-silane gas 9 supplied from the ingredient gas injector 8 to the middle mesh plate electrode 11 side, and had become a problem conventionally will be prevented or controlled. Moreover, for the existence of inert gas 24, since the reaction of the mono-silane gas 9 in the ingredient gas injector 8 neighborhood and an oxygen radical 7 is controlled, adhesion of silicon oxide powder particle in the ingredient gas injector 8 is also prevented or controlled. Said inert gas 24 should just be the combination of other inert gas, such as argon gas besides gaseous helium, and neon gas, and these inert gas here.

[0032] Although the inert gas injector 23 was a ring-like with the above-mentioned operation gestalt, a flat-surface injector as shown in drawing 3 may be used. The plan and side elevation of a flat-surface injector are shown in drawing 3 and drawing 4. In considering as a flat-surface injector, it forms the oxygen radical passage hole 25 along which the oxygen radical which has passed the middle mesh plate electrode passes. The oxygen radical passage hole 25 and the inert gas nozzle 28 are the independent hole.

[0033] Thus, the inert gas injector in the above-mentioned example can take a configuration as occasion

demands in the range which does not deviate from the summary of this invention, if the location of the gas nozzle is located between a middle mesh plate electrode and an ingredient gas injector.

[0034] (Operation gestalt 2) Silicon oxide film formation according to the gestalt of operation of the 2nd of this invention to a parallel monotonous remote plasma-CVD method is taken for an example, and it explains to a detail with reference to drawing 5 - drawing 7. Drawing 5 is the schematic diagram of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, and shows the situation of silicon oxide membrane formation. Drawing 6 is the bottom view of the middle mesh plate electrode of this equipment. Drawing 7 is drawing having shown the example of the oxygen radical passage hole of a middle mesh plate electrode.

[0035] The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention is constituted by the vacuum chamber in which evacuation is possible, the RF impression electrode 1 containing the gas shower head, the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, the middle mesh plate electrode 29 that has an inert gas nozzle, and the ring-like ingredient gas injector 8 as fundamentally shown in drawing 5.

[0036] The formation approach of the silicon oxide film is as follows. Oxygen gas 5 is introduced into the RF impression electrode 1 containing the gas shower head within the CVD chamber by which evacuation was carried out, and glow discharge is made to cause between the middle mesh plate electrodes 29 which have an inert gas nozzle. The aperture of the oxygen radical passage hole 30 of the middle mesh plate electrode 29 has die length comparable as the Debye length of the plasma in the generated oxygen plasma here so that the oxygen plasma generated between the RF impression electrodes 1 can be shut up efficiently (drawing 6). The radical 7 diffused through the passage hole 30 reacts with the mono-silane gas 9 injected from the ring-like ingredient gas injector 8, forms the silicon oxide precursor 10, and forms the silicon oxide film 4 on the deposited substrate 3.

[0037] In addition, as the oxygen radical passage hole 30 in the above-mentioned operation gestalt is shown in drawing 7, as long as it closes the generated plasma and has the possible mesh plate 32 etc. in the hole 30 in slight depth, the path of the passage hole 30 may not be a dimension for shutting up the plasma.

[0038] The description of this operation gestalt is that the middle mesh plate electrode 29 has the inert gas nozzle 28 as shown in drawing 5 and drawing 6. If inert gas 24 is injected from the inert gas nozzle 28, silicon oxide powder particle adhesion in the middle mesh plate electrode 29 which stopped easily being able to diffuse the mono-silane gas 9 supplied from the ingredient gas injector 8 to the middle mesh plate 29 side, and had become a problem conventionally will be prevented or controlled. Said inert gas 24 should just be the combination of other inert gas, such as argon gas besides gaseous helium, and neon gas, and these inert gas here.

[0039] (Operation gestalt 3) Silicon oxide film formation according to the gestalt of operation of the 3rd of this invention to parallel monotonous remote plasma CVD is taken for an example, and it explains to a detail with reference to drawing 8 - drawing 10. Drawing 8 is the schematic diagram of the parallel monotonous plasma-CVD equipment in the 3rd operation gestalt, and shows the situation of silicon oxide membrane formation. Drawing 9 is the bottom view of the middle mesh plate electrode of this equipment, and drawing 10 is the sectional view of drawing 9.

[0040] The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention is constituted by the vacuum chamber in which evacuation is possible, the high frequency impression electrode 1 containing the gas shower head, the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, and the middle mesh plate electrode 26 that has a possible oxygen radical passage hole, a mono-silane nozzle, and an inert gas nozzle in the same field in slight plasma closing depth as fundamentally shown in drawing 8. The middle mesh plate electrode 26 will serve as the function of an ingredient gas injector here.

[0041] The formation approach of the silicon oxide film is as follows. Oxygen gas 5 is introduced into the RF impression electrode 1 containing the gas shower head within the CVD chamber by which evacuation was carried out, and glow discharge is made to cause between the middle mesh plate electrodes 26. The path of the oxygen radical passage hole 30 of said middle mesh plate electrode 26 has die length comparable as the Debye length of the plasma in the generated oxygen plasma here so that the

oxygen plasma generated between the RF impression electrodes 1 can be shut up efficiently. The radical 7 diffused through the oxygen radical passage hole 30 reacts with the mono-silane gas 9 injected from the mono-silane nozzle 27 of the middle mesh plate electrode 26, forms the silicon oxide precursor 10, and forms the silicon oxide film 4 on the deposited substrate 3.

[0042] In addition, as the oxygen radical passage hole 30 in the above-mentioned operation gestalt is shown in drawing 7 of the gestalt of the 2nd operation, as long as it closes the generated plasma and has the possible mesh plate 32 etc. in the hole 30 in slight depth, the path of a hole 30 may not be a dimension for shutting up the plasma.

[0043] As shown in drawing 8 and drawing 9, middle mesh plate electrode 26 confidence has the oxygen radical passage hole 30, the mono-silane nozzle 27, and the inert gas nozzle 28 in the same field, and the description of this operation gestalt is that the oxygen radical passage hole 30, the mono-silane nozzle 27, and the inert gas nozzle 28 are independent respectively as shown in drawing 9 and drawing 10. Since inert gas exists so that each of the oxygen radical passage hole 28 and the mono-silane passage hole 27 may be surrounded, the oxygen radical 7 near the middle mesh plate electrode 26 and the reaction of a mono silane 9 are controlled remarkably. For this reason, silicon oxide powder particle adhesion in the middle mesh plate electrode and gas injector which had become a problem conventionally is prevented or controlled. Said inert gas 24 should just be the combination of other inert gas, such as argon gas besides gaseous helium, and neon gas, and these inert gas here.

[0044] (Operation gestalt 4) Silicon oxide film formation according the gestalt of operation of the 4th of this invention to parallel monotonous remote plasma CVD is taken for an example, and it explains to a detail with reference to drawing 11 and drawing 12. Drawing 11 is the schematic diagram of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, and shows the situation of silicon oxide membrane formation. Drawing 12 is the bottom view of the flat-surface injector of this equipment.

[0045] The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention is constituted by the flat-surface injector 31 which has the vacuum chamber in which evacuation is possible, the RF impression electrode 1 containing the gas shower head, the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, the middle mesh plate electrode 11, an oxygen radical passage hole, a mono-silane nozzle, and an inert gas nozzle in the same side as fundamentally shown in drawing 11.

[0046] The formation approach of the silicon oxide film is as follows. Oxygen gas 5 is introduced into the RF impression electrode 1 containing the gas shower head within the CVD chamber by which evacuation was carried out, and glow discharge is made to cause between the middle mesh plate electrodes 11. It is [ in the RF impression electrode 1 and the middle mesh plate electrode 11 / plasma \*\*\*\*\* ] the same as that of the 1st example of the above. The diffused oxygen radical 7 passes the oxygen radical passage hole 25 of the flat-surface injector 31, reacts with the mono-silane gas 9 injected from the flat-surface injector 31, forms the silicon oxide precursor 10, and forms the silicon oxide film 4 on the deposited substrate 3.

[0047] The description of this operation gestalt is that the oxygen radical passage hole 25 in the flat-surface injector 31, the mono-silane nozzle 27, and the inert gas nozzle 28 exist independently, respectively, as shown in having the flat-surface injector 31 which has an oxygen radical passage hole, a mono-silane nozzle, and an inert gas nozzle between the middle mesh plate electrode 11 and the substrate side counterelectrode 2 in the same field as shown in drawing 11, and drawing 12. Since inert gas exists so that each of the oxygen radical passage hole 28 and the mono-silane nozzle 27 may be surrounded, the oxygen radical 7 near the flat-surface injector 31 and the reaction of a mono silane 9 are controlled remarkably. For this reason, silicon oxide powder particle adhesion in the gas injector which had become a problem conventionally is prevented or controlled. Moreover, in a flat-surface injector, since a mono silane is hardly spread to a plasma generating field side, silicon oxide powder particle adhesion in the middle mesh plate electrode 11 is also prevented or controlled. Said inert gas 24 should just be the combination of other inert gas, such as argon gas besides gaseous helium, and neon gas, and these inert gas here.

[0048] (Operation gestalt 5) The gestalt of operation of the 5th of this invention is explained to a detail

with reference to drawing 13 .

[0049] Except an ingredient gas injector ingredient, the configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28 , and can be applied to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0050] The description of this operation gestalt is in the ingredient of the ingredient gas injector which supplies ingredient gas, such as a mono silane, and the coefficient-of-thermal-expansion difference of an ingredient gas injector ingredient and a membrane formation ingredient serves as stainless steel and an ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of a membrane formation ingredient. What is necessary is for the quartz to be suitable as above ingredients, for example, just to let the ring-like ingredient gas injector 8 in drawing 1 be a product made from a quartz, when a membrane formation ingredient is silicon oxide.

[0051] The die-length direction sectional view of the charge gas injector 33 of quartz lumber in this operation gestalt is shown in drawing 13 . The injector is produced with the quartz and the mono-silane gas nozzle 19 is punctured. The silicon oxide film adheres to this ingredient gas injector, and even if it thick-film-izes, since the coefficient of thermal expansion of the silicon oxide thick film 18 and the charge gas injector 33 of quartz lumber is almost the same, the crack by the thermal change etc. is not produced. For this reason, the piece exfoliation of the film from an ingredient gas injector does not take place, either.

[0052] (Operation gestalt 6) The gestalt of operation of the 6th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 14 and drawing 15 .

[0053] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt is the same as that of the gestalt of the 5th operation.

[0054] The description of this operation gestalt is in covering the ingredient gas injector which supplies ingredient gas, such as a mono silane, and the ingredient to cover, and the coefficient-of-thermal-expansion difference of ingredient gas injector covering material and a membrane formation ingredient serves as stainless steel and an ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of a membrane formation ingredient. What is necessary is for the quartz to be suitable as above ingredients, for example, just to cover the charge gas injector 22 of stainless steel lumber in drawing 28 with the strong silicon oxide film of adhesion force, when a membrane formation ingredient is silicon oxide.

[0055] The direction sectional view of a path of an ingredient gas injector is shown for the die-length direction sectional view of the ingredient gas injector in this operation gestalt in drawing 14 at drawing 15 . The body of an injector is produced by stainless steel 35, and said stainless outside front face is covered with the strong silicon oxide of adhesion force. As the covering approach, putting film formation or a quartz workpiece on stainless steel etc. is raised with an elevated temperature to a stainless steel front face. It becomes an ingredient gas injector by puncturing the desired mono-silane gas nozzle 19 into this two-layer ingredient. The silicon oxide film adheres to this ingredient gas injector, and even if it thick-film-izes, since the coefficient of thermal expansion of the silicon oxide thick film 18 and the silicon oxide coat 34 is almost the same, the crack by the thermal change etc. is not produced. For this reason, the piece exfoliation of the film from an ingredient gas injector does not take place, either.

[0056] (Operation gestalt 7) The gestalt of operation of the 7th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 16 .

[0057] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt Except a middle mesh plate, it is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28 . The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous

remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0058] The description of this operation gestalt is in the ingredient of the middle mesh plate electrode for plasma confinement, and the coefficient-of-thermal-expansion difference of a middle mesh plate electrode material and a membrane formation ingredient serves as stainless steel and an ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of a membrane formation ingredient. What is necessary is for the quartz to be suitable as above ingredients, for example, just to let the middle mesh plate electrode 11 in drawing 28 be a product made from a quartz, when a membrane formation ingredient is silicon oxide.

[0059] The sectional view of the middle mesh plate electrode in this operation gestalt is shown in drawing 16. The middle mesh plate electrode 42 is produced with the quartz, and the oxygen radical passage hole 30 of possible structure is formed in slight oxygen plasma closing depth. It is the passage hole which has the mesh plate which has the passage hole of a path comparable as the Debye length of the plasma who generated the possible oxygen radical passage hole 30 of structure in slight oxygen plasma closing depth, or the hole of size comparable as the Debye length of the plasma who made it generate.

[0060] The silicon oxide film adheres to this middle mesh plate electrode, and even if it thick-film-izes, since the coefficient of thermal expansion of the silicon oxide thick film 18 and the middle mesh plate electrode 42 made from a quartz is almost the same, the crack by the thermal change etc. is not produced. For this reason, the piece exfoliation of the film from the middle mesh plate electrode 42 made from a quartz does not take place, either.

[0061] (Operation gestalt 8) The gestalt of operation of the 8th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 17.

[0062] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt Except a middle mesh plate, it is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28. The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0063] The description of this operation gestalt is in covering the middle mesh plate electrode for plasma confinement, and the ingredient to cover, and the coefficient-of-thermal-expansion difference of middle mesh plate covering material and a membrane formation ingredient serves as stainless steel and an ingredient smaller than the coefficient-of-thermal-expansion difference of a membrane formation ingredient. What is necessary is for the quartz to be suitable as above ingredients, for example, just to cover the middle mesh plate electrode 11 in drawing 28 with the strong silicon oxide film of adhesion force, when a membrane formation ingredient is silicon oxide.

[0064] The sectional view of the middle mesh plate electrode in this operation gestalt is shown in drawing 17. The body of a middle mesh plate is produced by stainless steel 35, and it is covered with the silicon oxide film with the front face strong [ adhesion force ] by the side of an ingredient gas injector of said stainless front face at least. The strong silicon oxide film of adhesion force can be formed with an elevated-temperature CVD method or a high-pressure CVD method. Although covering may be made all over a stainless steel front face, when only the front face by the side of an ingredient gas injector is covered, stable plasma confinement can be performed. As the covering approach, putting film formation on a stainless steel front face and a quartz workpiece on stainless steel etc. is raised. By forming the oxygen radical passage hole 30 of possible structure in this two-layer ingredient in slight oxygen plasma closing depth, it becomes a middle mesh plate electrode. It is the passage hole which has the mesh plate which has the passage hole of a path comparable as the Debye length of the plasma who generated the possible oxygen radical passage hole 30 of structure in slight oxygen plasma closing depth, or the hole of size comparable as the Debye length of the plasma who made it generate.

[0065] The silicon oxide film adheres to this middle mesh plate electrode, and even if it thick-film-izes, since the coefficient of thermal expansion of the silicon oxide thick film 18 and the silicon oxide coat 34

is almost the same, the crack by the thermal change etc. is not produced. For this reason, the piece exfoliation of the film from the middle mesh plate electrode 42 made from a quartz does not take place, either.

[0066] (Operation gestalt 9) The gestalt of operation of the 9th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 18 - drawing 20 .

[0067] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt Except an ingredient gas injector, it is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28 . The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0068] The description of this operation gestalt is that the ingredient gas injector is constituted including a heating element.

[0069] Drawing 18 - drawing 20 are the examples of the ingredient gas injector containing a heating element, and show the direction sectional view of a path in the case of a tube-like gas injector, respectively.

[0070] The gas injector shown in drawing 18 covered the three-tiered structure ceramics heater of boron nitride ceramics 36 / graphite 37 / boron nitride ceramics 36 to stainless steel 35, and has covered the maximum front face with silicon oxide 34 further for a pollution control. The ceramics heater uses generation of heat by the energization to graphite, and the boron nitride ceramics 36 has played the role of an electric insulation. Since the boron nitride ceramics 36 and graphite 37 can be formed by hot chemical vapor deposition (CVD method), formation of a up to [ a tube-like gas injector which was illustrated ] is also possible for them. In drawing 18 , other ingredients are sufficient as a quartz etc., and, as for the silicon oxide coat 34, stainless steel 35 may not have it. What is necessary is just the heater which the limit about an ingredient does not have about a heater, either, and can furthermore cover and form an injector.

[0071] The tube-like gas injector which gave the silicon oxide coat 34 to stainless steel 35 is a basic form, and the gas injector shown in drawing 19 has the rod-like heater 38 in the tubing. As a cylindrical heater 38, a magnesium oxide insulation sheath mold flexible micro heater etc. is raised, for example. Since said micro heater can produce a thing with a diameter of about 1mm, it fits the structure of drawing 19 . In drawing 19 , other ingredients are sufficient as a quartz etc., and, as for the silicon oxide coat 34, stainless steel 35 may not have it. Moreover, what is necessary is just the cylindrical heater which has a path smaller than a tube diameter so that there may be no limit about an ingredient or structure also about a heater and it can install in injector tubing.

[0072] The tube-like gas injector which gave the silicon oxide coat 34 to stainless steel 35 is a basic form, and the gas injector shown in drawing 20 has the cylindrical heater 38 in the outside surface of the tubing. The configuration of the cylindrical heater 38 is the same as that of the example of above-mentioned drawing 19 . In drawing 20 , other ingredients are sufficient as a quartz etc., and, as for the silicon oxide coat 34, stainless steel 35 may not have it. Moreover, there is no limit about an ingredient or structure also about a heater.

[0073] Although the above-mentioned example described only the tube-like gas injector, it is applicable to a flat-surface plate-like gas injector as shown with the gestalt of the 3rd operation, or the gestalt of the 4th operation etc.

[0074] As mentioned above, the skin temperature of a gas injector can be maintained at an elevated temperature by constituting a gas injector including a heating element. Silicon oxide powder particle adheres to an ingredient gas injector, when silicon oxide film formation is performed without heating an injector, since the reaction near a mono-silane gas injector has early and low temperature, since adhesion force is weak, it will float in a chamber, but if it heats at about 100 degrees C, it will become very fine particle and adhesion force will also become strong. And if it heats at about further 150-200 degrees C, film-like silicon oxide will adhere to an ingredient gas injector, and particle suspension will be lost.

[0075] (Operation gestalt 10) The gestalt of operation of the 10th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 21 and drawing 22.

[0076] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt Except a middle mesh plate electrode, it is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28. The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0077] The description of this operation gestalt is that the middle mesh plate electrode is constituted including a heating element.

[0078] Drawing 21 and drawing 22 are the examples of the middle mesh plate electrode containing a heating element, and show the sectional view, respectively.

[0079] The middle mesh plate electrode shown in drawing 21 covered the three-tiered structure ceramics heater of boron nitride ceramics 36 / graphite 37 / boron nitride ceramics 36 to stainless steel 35, and has covered the maximum front face with silicon oxide 34 further for a pollution control. A heater and silicon oxide have not covered the plasma generating field by drawing 21 for attaining stabilization of the plasma, and it may cover both sides with a heater and silicon oxide. Since the boron nitride ceramics 36 and graphite 37 can be formed with hot chemical vapor growth (CVD), they have the advantage that the heater of various structures can be formed. What is necessary is just the heater which the silicon oxide coat 34 may not have in drawing 21, and the limit about a heater ingredient does not have, and can cover and form a middle mesh plate electrode.

[0080] The middle mesh plate electrode shown in drawing 22 makes a cylindrical heater reticulated, and the heater itself achieves the function of plasma confinement. As a cylindrical heater 38, a magnesium oxide insulation sheath mold flexible micro heater etc. is raised, for example. Since the above-mentioned micro heater can produce a thing with a diameter of about 1mm and is rich also in flexibility, it fits the structure of drawing 22. The aperture of the mesh plate which a cylindrical heater forms serves as size comparable as the Debye length of the plasma who made it generate, and can shut up the plasma efficiently. In addition, as long as there is no limit about an ingredient or structure about the cylindrical heater 38 and it can achieve plasma confinement and both the functions of generation of heat, you may be what kind of cylindrical heater.

[0081] As mentioned above, the skin temperature of a middle mesh plate electrode can be maintained at an elevated temperature by constituting a middle mesh plate electrode including a heating element.

When silicon oxide film formation is performed without heating a middle mesh plate electrode, silicon oxide powder particle adheres to a middle mesh plate electrode for the diffused mono-silane gas, and since adhesion force is weak, it will float in a chamber. If a middle mesh plate electrode is heated at about 100 degrees C here, it will become very fine particle and adhesion force will also become strong. If it heats at about further 150-200 degrees C, film-like silicon oxide will adhere to a middle mesh plate electrode, and particle suspension will be lost.

[0082] (Operation gestalt 11) The gestalt of operation of the 11th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 23 and drawing 24.

[0083] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this invention Except an ingredient gas injector and its related section It is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28. The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0084] The description of this invention is that the ingredient gas injector is connected with the heating element.

[0085] Drawing 23 and drawing 24 are the examples of the ingredient gas injector connected with the



heating element, and drawing 23 shows the schematic diagram when drawing 24 looks at a ring-like ingredient gas injector for the location of the heating element in the cross-section schematic diagram of remote plasma-CVD equipment from an equipment inferior surface of tongue. As a heating element, generation of heat of about 200 degrees C may be possible, and as long as the chamber contamination from a heating element is controlled, you may be what kind of heaters, such as a sheath heater and a ceramic heater.

[0086] Since the heating element 39 is connected to the ingredient gas injector in locations other than the main functional division of the ingredient gas injector 8 as shown in drawing 23 and drawing 24, an ingredient gas injector is structure which contains a metal at least, and requires that a heating element 39 should touch the metal. If a heating element 39 is connected to a metal, heat will conduct to the whole ingredient gas injector through the metal. Thus, by installing a heating element in locations other than the main functional division of a gas injector, it has the advantage that restricting the function as CVD in any way is lost.

[0087] Thus, the temperature of a gas injector can be maintained at an elevated temperature by connecting a gas injector to a heating element. Silicon oxide powder particle adheres to an ingredient gas injector, when silicon oxide film formation is performed without heating an injector, since the reaction near a mono-silane gas injector has early and low temperature, since adhesion force is weak, it will float in a chamber, but if it heats at about 100 degrees C, it will become very fine particle and adhesion force will also become strong. And if it heats at about further 150-200 degrees C, film-like silicon oxide will adhere to an ingredient gas injector, and particle suspension will be lost.

[0088] (Operation gestalt 12) The gestalt of operation of the 12th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 25 and drawing 26.

[0089] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt Except a middle mesh plate electrode and its related section It is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28. The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0090] The description of this operation gestalt is that the middle mesh plate electrode is connected with the heating element.

[0091] Drawing 25 and drawing 26 are the examples of the middle mesh plate electrode connected with the heating element, and drawing 25 shows the schematic diagram when drawing 26 looks at a middle mesh plate electrode for the location of the heating element in the cross-section schematic diagram of remote plasma-CVD equipment from an equipment inferior surface of tongue. As a heating element, generation of heat of about 200 degrees C may be possible, and as long as the chamber contamination from a heating element is controlled, you may be such heaters, such as a sheath heater and a ceramic heater.

[0092] Since the heating element 39 is connected to the ingredient gas injector in locations other than the main functional division of the middle mesh plate electrode 11 as shown in drawing 25 and drawing 26, a middle mesh plate electrode is structure which contains a metal at least, and requires that a heating element 39 should touch the metal. If a heating element 39 is connected to a metal, heat will conduct on the whole mesh plate. Although the heating element 39 is connected to all the peripheries of the mesh plate 11 in the example of drawing 26, the partially connected configuration may be used. By installing a heating element in locations other than the main functional division of a middle mesh plate electrode, it also has the advantage that restricting the function as CVD in any way is lost.

[0093] Thus, the temperature of a middle mesh plate electrode can be maintained at temperature, such as 100 degrees C and 200 degrees C, by connecting a middle mesh plate electrode with a heating element. When silicon oxide film formation is performed without heating a middle mesh plate electrode, silicon oxide powder particle adheres to a middle mesh plate electrode for the diffused mono-silane gas, and since adhesion force is weak, it will float in a chamber. If a middle mesh plate electrode is heated at

about 100 degrees C here, it will become very fine particle and adhesion force will also become strong. If it heats at about further 150-200 degrees C, film-like silicon oxide will adhere to a middle mesh plate electrode, and particle suspension will be lost.

[0094] (Operation gestalt 13) The gestalt of operation of the 13th of this invention is explained to a detail with reference to drawing 27.

[0095] The configuration of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in this operation gestalt It is the same as that of the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment of the conventional example fundamentally shown in drawing 28. The parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 1st operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 2nd operation, It is applicable to the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 3rd operation, the parallel monotonous remote plasma-CVD equipment in the gestalt of the 4th operation, etc.

[0096] The description of this operation gestalt is to make distance of the substrate side counterelectrode containing a heater, and an ingredient gas injector, and distance of the substrate side counterelectrode containing a heater, and a middle mesh plate electrode below into assignment distance.

[0097] Drawing 27 shows the distance of the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, and the ingredient gas injector 8, and the distance of the substrate side counterelectrode 2 containing a heater, and the middle mesh plate electrode 11 in fundamental parallel monotonous remote plasma-CVD equipment.

[0098] The distance 41 of the substrate side counterelectrode 2 containing the distance 40 and the heater containing a heater of the substrate side counterelectrode 2 and the ingredient gas injector 8 which were shown in drawing 27, and the middle mesh plate electrode 11 is easy to be heated under the effect of the radiant heat from the heater of the substrate side counterelectrode 2, and the conductive heat, so that it is short. Moreover, it is easy to become hot, so that the temperature of the heater of the substrate side counterelectrode 2 is so high that chamber internal pressure is high. Within the limits of this, the pressure of a typical plasma-CVD method is 13-130Pa, heater temperature is 200-350 degrees C, and heating is [ heating of an ingredient gas injector or a middle mesh plate electrode is the easiest for the pressure of 130Pa, and conditions with a heater temperature of 350 degrees C, and ] the most difficult for conditions with a pressure [ of 13Pa ], and a heater temperature of 200 degrees C. In order to make temperature of the ingredient gas injector 8 or the middle mesh plate electrode 11 into 100 degrees C or more on condition that the former, said distance 40 or distance 41 should just be 0-120mm. Moreover, in order to make temperature of the ingredient gas injector 8 or the middle mesh plate electrode 11 into 100 degrees C or more on condition that the latter, said distance 40 or distance 41 should just be 0-60mm. [0099] Thus, it becomes possible by making distance of the ingredient gas injector 8 and the middle mesh plate electrode 11, and the substrate side counterelectrode 2 containing a heater below into assignment distance, and using the radiant heat and conductive heat of a heater of the substrate side counterelectrode 2 to maintain the ingredient gas injector 8 and the middle mesh plate electrode 11 at an elevated temperature, without adding special structure.

[0100] When silicon oxide film formation is performed without heating an ingredient gas injector and a middle mesh plate electrode, silicon oxide powder particle adheres to an ingredient gas injector and a middle mesh plate electrode, and since adhesion force is weak, it will float in a chamber. However, since it will become the silicon oxide of the shape of very fine particle or film and adhesion force will also become strong if the ingredient gas injector and the middle mesh plate electrode are heated by about 100 degrees C, particle suspension decreases sharply.

[0101] In the gestalt of the above operation, although the silicon oxide film formation using a mono silane and oxygen was mentioned as the example and this invention was explained, liquid Si raw materials, such as high order silanes, such as a disilane, and TEOS (Tetraethoxysilane), etc. are sufficient instead of a mono silane, and nitrous oxide, nitrogen oxide, etc. may be used instead of oxygen.

[0102] Moreover, although the example in the gestalt of operation explained by mentioning silicon oxide film formation as an example, it can acquire the same effectiveness also about plasma-CVD

membrane formation of other ingredients, such as silicon nitride film formation by the reaction of a mono silane and ammonia, and amorphous silicon film formation by decomposition of a mono silane. [0103] Furthermore, although the example using parallel monotonous remote plasma-CVD equipment was given in the gestalt of all operations, this invention will be applied, even if it is equipments of what kind of gestalt, such as plasma-CVD equipment using the microwave plasma, the electron cyclotron resonance plasma, inductively coupled plasma, and the helicon wave plasma, if it is plasma-CVD equipment which has the middle mesh plate electrode for plasma separation with which two or more holes were prepared between the plasma generating room and the substrate processing room.

[0104]

[Effect of the Invention] When exfoliation of the piece of the film from that adhesion of silicon oxide powder particle in an ingredient gas injector and a middle mesh plate electrode was prevented or controlled, an ingredient gas injector, and a middle mesh plate electrode was prevented or controlled by this invention, silicon oxide powder particle adhesion in a substrate and adhesion of the piece of the silicon oxide film in a substrate are prevented or controlled, and it becomes possible to form the suitable silicon oxide film for gate dielectric film and the interlayer insulation film of a MOS device.

---

[Translation done.]

PAT-NO: JP411168094A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11168094 A  
TITLE: PLASMA CVD EQUIPMENT  
PUBN-DATE: June 22, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
YUDA, KATSUHISA

COUNTRY  
N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME  
NEC CORP.

COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP09332571  
APPL-DATE: December 3, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/31, C23C016/44 , C23C016/50 ,  
H01L021/205

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress or prevent the generation and attachment of powdery particles which can easily attach to an intermediate mesh plate electrode and gas injector and also suppress or prevent the peel-off of a oxide film, which becomes thick on the surface of the intermediate mesh plate electrode and of the gas injector.

SOLUTION: Oxygen plasma 6 is generated between a high frequency applied electrode 1 and an intermediate mesh plate electrode 11, and oxygen radicals 7 which have passed through the intermediate mesh plate

electrode 11 are caused to react with monosilane gas 9 to jet out from a flat injector 31 to form a silicon oxide film 4 on a substrate 3. Between a plurality of monosilane gas jetting holes and oxygen radial through-holes, which are formed independently in a flat injector, inactive gas jetting hole which jet out inactive gas such as a helium are formed. Consequently, rapid reaction between the oxygen radicals and monosilane gas near the flat injector is suppressed, and generation of silicon oxide powdery particles which tend to generated by rapid reaction and their attachment to the flat injector is suppressed prevented.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

特開平11-168094

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C
C 2 3 C 16/44		C 2 3 C 16/44	D
16/50		16/50	
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-332571

(22) 出願日 平成9年(1997)12月3日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 湯田 克久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

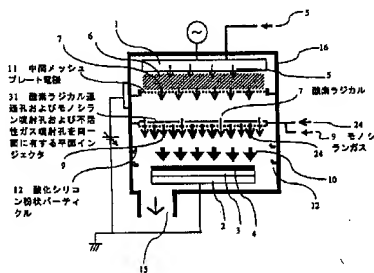
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

## (54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置

## (57) 【要約】

【課題】 中間メッシュプレート電極およびガスインジェクタに付着しやすい粉状パーティクルの生成、付着を抑制または防止する。また、中間メッシュプレート電極およびガスインジェクタ表面で厚膜化した酸化シリコン膜が剥離するのを抑制または防止する。

【解決手段】 高周波印加電極1と中間メッシュプレート電極11との間で酸素プラズマ6を発生させ、中間メッシュプレート電極11を通過した酸素ラジカル7と平面インジェクタ31から噴射されるモノシランガス9とを反応させ、基板3上へ酸化シリコン膜4を形成する。平面インジェクタ31に独立に設けられた複数のモノシランガス噴射孔および酸素ラジカル通過孔の間にヘリウムなどの不活性ガス噴射孔を有しており、平面インジェクタ付近での酸素ラジカルとモノシランガスの急激な反応を抑制し、急激な反応で生成しやすい酸化シリコン粉状パーティクルの生成および平面インジェクタへの付着を抑制又は防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極を通してラジカルと材料ガスとの前記中間メッシュプレート電極近傍での反応を抑制する機構を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極を通してラジカルと材料ガスとの、前記材料ガスインジェクタ近傍での反応を抑制する機構を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項3】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極と前記材料ガスインジェクタの間に不活性ガスインジェクタを有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項4】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項5】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項6】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間にガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、上記ガスインジェクタが、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項7】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレートに堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項8】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタに堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有することを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項9】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項10】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、被覆材料により被覆されており、その被覆材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項11】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極は、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項12】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極は、被覆材料により被覆されており、その被覆材料と成膜材料との熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項13】請求項3記載のプラズマCVD装置において、少なくとも前記不活性ガスインジェクタ表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さいことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項14】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置において、前記中

間メッシュプレート電極が100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項15】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項16】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項17】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、発熱体を含んで構成されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項18】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタが、発熱体と接続されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項19】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記中間メッシュプレート電極が、発熱体と接続されていることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項20】請求項3記載のプラズマCVD装置において、前記ガスインジェクタが100℃以上の温度を有することができるような構造であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項21】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置において、前記材料ガスインジェクタは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項22】プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレ

ート電極を有し、前記中間メッシュプレート電極と基板との間に材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置の中間メッシュプレートは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項23】中間メッシュプレート電極の形状が四角形であることを特徴とする請求項1〜22のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ生成領域と基板プロセス領域を分離する中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置に関するもので、特にチャンバ内部品に堆積したパーティクルの浮遊および膜片剥離の抑制に関するものである。

【0002】

【従来の技術】プラズマダメージを抑制しながら基板へ膜形成を行うプラズマCVD法の1つに、プラズマ発生領域と被堆積基板を空間的に分離するリモートプラズマCVD法があり、半導体デバイスプロセスにおいて、高信頼性デバイスや高性能デバイスが作製可能な薄膜形成法として重要な技術となっている。大面積フラットプロセスのレイのスイッチングトランジスタ形成プロセスと駆動回路トランジスタ形成プロセス、および大口徑シリコンウエハプロセスなどの大型基板薄膜形成プロセスに対応できるリモートプラズマCVD装置としては、例えば特開平5-21393号公報に開示されているように、平行平板プラズマCVD装置において高周波印加電極と被堆積基板の設置される対向電極の間に、複数の孔が開いたメッシュプレート電極を設置し、この中間メッシュプレート電極と高周波印加電極との間でプラズマを閉じこめる平行平板リモートプラズマCVD装置が知られている。この平行平板リモートプラズマCVD装置は、大型ガラス基板上薄膜トランジスタにおけるゲート絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、同じく大型ガラス基板上薄膜トランジスタにおける活性層やゲート電極となる非晶質シリコン膜、大型Si基板上トランジスタ素子における層間絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、などに特に有用である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図を図28に示し、酸化シリコン膜を成膜する場合に酸化シリコン粉状パーティクルが生成、付着する様子を説明する。リモートプラズマCVD装置において、例えばモノシランガス9と酸素ガス5を材料ガスとして酸化シリコン膜4の形成を行う場合、図28に示すように、チャンバ内壁だけでなくモノシランガス9などを導入する材料ガスインジェクタ8や中間メッシュプレート電極11にも酸化シリコン膜が堆積する。ここで材料ガスインジェクタ8付近ではモノシ



5

ランガス9と拡散してきた酸素ラジカル7の反応が激しく、材料ガスインジェクタ8および材料ガスインジェクタの近くに位置する中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン堆積膜厚は被堆積基板3よりも厚く、膜は酸化シリコン粉状パーティクル12を含みやすい。さらに従来のリモートプラズマCVD装置においては、材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11の温度は、ヒーターを含む基板側対向電極2のヒーターからの輻射熱を考慮しても高々70℃であり、低温であればあるほど堆積膜が粉状になってしまう。なお酸化シリコン膜およびその他のCVD膜は一般に、低温、高速堆積、高圧の成膜条件下において粉状になりやすいという性質をもつ。

【0004】この粉状パーティクル12が浮遊してデバイスを形成する被堆積基板3上に付着し、その被堆積基板3に付着した酸化シリコン粉状パーティクル14の上へ膜が形成されると、パーティクル付着箇所は絶縁性が非常に低くなり、MOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜に不適なものとなってしまふ。

【0005】また図29に従来の材料ガスインジェクタの概略図を示し、付着した酸化シリコン膜が厚膜化し、膜片が剝離する様子を説明する。図29に示すように、材料ガスインジェクタ22は通常ステンレス製であり、酸化シリコン膜とステンレスとの熱膨張係数差のために、チャンバ温度の変化で堆積酸化シリコン厚膜18にクラック17が入り、ステンレス製材料ガスインジェクタ22から酸化シリコン膜片21が剝離する。剝離膜片21が膜形成時に被堆積基板上に付着しその上に膜が形成されると、前記粉状パーティクルの場合と同様にMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜として不適なものになってしまふ。

【0006】以上の問題を回避するために、チャンバ部品のドライエッチングクリーニングやウェットエッチングクリーニングを頻繁に行う方法もあるが、この方法では生産性を低下させてしまふ。

【0007】ところで、特開平5-291240号公報には、反応室底部のデポ物が剝離または浮遊することにより基板上にパーティクルとして堆積するのを防止する技術が開示されている。この技術では、反応室底部に穴あけられた多数の小穴から窒素または不活性ガスを反応室へ流し込みながらプラズマCVD膜を形成する。これにより余剰のガスが反応し合って反応室底部に落下しても窒素ガス等が吹き出しているため底部に付着せず排気されてしまふとしている。

【0008】また、実願昭61-55174号のマイクロフィルム（実開昭62-166627号）には、チャンバのイオンソース側に隔壁を設けて、その隔壁に作られた副室の側壁に希ガスを導入する希ガス導入口を設け、イオン・プラズマまたは粒子と共に入ってきたゴミの流れと直交する方向より希ガスを導入する技術が開示

6

されている。これにより、希ガスがゴミとぶつかりゴミが散乱するためゴミが直接ウェハに到達しないとしている。

【0009】しかし、これらの公報においても、材料ガスインジェクタや中間メッシュプレート電極に膜が堆積してしまうのを防ぐことはできない。

【0010】本発明の目的は、チャンバ部品への粉状パーティクル堆積および熱膨張係数差によるチャンバ部品からの膜剝離を抑制できるようなプラズマCVD装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため本発明は、プラズマ発生室と基板処理室の間に、複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置、または中間メッシュプレートと基板との間に材料ガスインジェクタを有する前記プラズマCVD装置において、以下のような手段をとったことを特徴とする。

(1) 中間メッシュプレート電極近傍で、材料ガスの反応を抑制する機構を有する。また、材料ガスインジェクタを有するプラズマCVD装置にあつては、材料ガスインジェクタ近傍での材料ガスの反応を抑制する。具体的には、プラズマ発生室と基板処理室の間に不活性ガスを噴射する機構を有することで達成できる。

【0012】不活性ガスを噴射する機構を備えることで、材料ガスインジェクタや中間メッシュプレート電極付近での早い膜前駆体生成を抑制することができ、パーティクルが発生せず、材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極にパーティクルが付着するのを抑制または防止される。よって材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極からパーティクルが浮遊して、被堆積基板上に付着することが抑制または防止され、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0013】不活性ガスを噴出する機構としては、

(2)～(5)のような構成が考えられる。

(2) 中間メッシュプレート電極と材料ガスインジェクタの間に不活性ガスインジェクタを有する。

(3) 中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

(4) 中間メッシュプレート電極が、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

(5) 上記ガスインジェクタが、プラズマ発生領域で生じたラジカルを通過させる孔と、材料ガスを噴射させる孔と、不活性ガスを噴射する孔を有する。

【0014】また上記の課題を解決するための他の手段として以下のものがある。

(6) 中間メッシュプレート電極（材料ガスインジェクタ

50

タを有する場合には、中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタ)に堆積した膜が剥離するのを抑制する手段を有する。そのため、少なくとも中間メッシュプレート電極表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差(および/または少なくとも材料ガスインジェクタ表面の材料と成膜材料の熱膨張係数差)が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さいことを特徴としている。

【0015】上記のような中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタでは、CVDチャンバ温度が変化したときに、成膜材料との熱膨張係数差が小さいために、付着した膜にクラックが生じたり剥離したりすることが抑制または防止でき、膜片が材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極から剥離、浮遊し

## 材料

石英  
ソーダ石灰ガラス  
酸化チタニウム  
アルミナ  
チタン  
シリコン  
モリブデン  
タングステン  
タンタル

これらの材料のうち石英、アルミナが特に優れている。

【0018】中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタを作成する場合には、上記材料のうち、ソーダ石灰ガラス、チタン、モリブデン、タングステン、タンタルが適している。

【0019】このようなCVD装置の構成として、

(7)～(10)のような構成が考えられる。

(7)材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されている。

(8)材料ガスインジェクタは、材料ガスインジェクタの被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されている。

(9)中間メッシュプレート電極は、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で形成されている。

(10)中間メッシュプレート電極は、メッシュプレートの被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料で被覆されている。

【0020】また、上記(2)のような不活性ガスインジェクタを有する場合には、不活性ガスインジェクタと成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さくなるような材料で、不活性ガス

\*て、被堆積基板上に付着することが抑制または防止されるため、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0016】成膜材料が、酸化シリコンや多結晶シリコン、非晶質シリコンである場合には、ステンレスの熱膨張係数が $14.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、酸化シリコンの熱膨張係数が $0.4 \sim 1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、シリコンが $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるので、これらの差よりも熱膨張係数差が小さくなるような材料で中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタを形成するか、またはこれらの材料で中間メッシュプレート電極や材料ガスインジェクタを被覆すればよい。このような被覆に適した材料としては以下のものがある。

【0017】  
熱膨張係数( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )

0.4～0.55  
8～9  
9  
8.3  
8.4  
5  
4.9  
4.6  
6.5

※インジェクタを被覆するか、もしくは、そのような材料で不活性ガスインジェクタを作成することもできる。

【0021】また上記の課題を解決するための他の手段として以下のものがある。

(11)前記中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル堆積を抑制するよう、前記中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタが $100^{\circ}\text{C}$ 以上の温度を有することができるとする構成であることを特徴としている。

【0022】上記のような中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタでは、その表面温度が $100^{\circ}\text{C}$ 以上に保たれるため、中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタに付着する膜は緻密な膜となり、パーティクル状の膜が付着するのを抑制または防止できる。よって中間メッシュプレート電極または材料ガスインジェクタからパーティクルが浮遊して、被堆積基板上に付着することが抑制または防止され、欠陥のないMOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜を形成することが可能となる。

【0023】このようなCVD装置の構成として、(12)～(17)のような構成が考えられる。

(12)材料ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されている。

(13)中間メッシュプレート電極が、発熱体を含んで構成されている。

(14)材料ガスインジェクタが、発熱体と接続されて

いる。

(15) 中間メッシュプレート電極が、発熱体と接続されている。

(16) 材料ガスインジェクタは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下である。

(17) 中間メッシュプレートは、ヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下である。

【0024】また、上記(2)のような不活性ガスインジェクタを有する場合には、不活性ガスインジェクタが、発熱体を含んで構成されている、あるいは発熱体と接続されている、あるいはヒーターを備える基板設置側電極との距離が120mm以下であることにより目的が達成される。

【0025】さらに、以上の装置において、中間メッシュプレート電極を四角形とすることができる。近年、基板が大型化した、従来の円形の中間メッシュプレートを使用していたのではプラズマCVD装置もますます大型化してしまう。基板の形状に合わせて、中間メッシュプレート電極を四角形とすることで、装置の小型化を図ることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図を参照しながら説明する。

【0027】(実施形態1) 本発明の第1の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図1～図4を参照して詳細に説明する。図1は、本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図2は、この装置のリング状ガスインジェクタの下面図である。図3は、この装置の不活性ガス平面インジェクタの下面図である。図4は、図3の断面図である。

【0028】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図1に示すように、真空排気可能な真空チャンパー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、中間メッシュプレート電極11、リング状材料ガスインジェクタ8、およびリング状不活性ガスインジェクタ23によって構成されている。リング状材料ガスインジェクタ8の形状の一例を図2に示す。リング状不活性ガスインジェクタ23の形状も図2のリング状材料ガスインジェクタ8の形状と同様である。また前記中間メッシュプレート電極11のメッシュプレート孔径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている。

【0029】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンパー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極11との間でグロー放電を起こ

させる。発生させた酸素プラズマ6は高周波印加電極1および中間メッシュプレート電極11の間で効率よく閉じこめられている。その結果、酸素プラズマ6中でのプラズマ密度が $1.0^{10} \text{ cm}^{-3}$ 程度であるのに対し、中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間のプラズマ密度は $10^8 \sim 10^9 \text{ cm}^{-3}$ 程度となっている。

酸素プラズマ中では酸素イオン、電子、および励起された中性の酸素ラジカルなどが存在し、酸素イオンと電子は電界および拡散により被堆積基板3の方向へ、酸素ラジカル7は拡散により被堆積基板3の方向へ向かう。ただし被堆積基板3へ向かう酸素イオンのフラックスは、プラズマ外であるために酸素ラジカル7のフラックスに比べて非常に小さいため、酸化シリコン形成には酸素ラジカル7の寄与が支配的である。拡散した酸素ラジカル7は材料ガスインジェクタ8から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0030】前述したように中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間のプラズマ密度は非常に低くなっているために、通常の平行平板プラズマCVD法に比べて被堆積基板3へのプラズマダメージは低くなっている。この効果は、基板表面がMOS界面を形成するシリコン表面の場合に顕著に現れ、通常の平行平板プラズマCVD法で単結晶シリコン基板上に $\text{SiO}_2$ 膜を形成した場合にそのMOS界面単位密度がミッドギャップ付近で $1.0^{11} \sim 1.0^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ であるのに対し、平行平板リモートプラズマCVD法で $\text{SiO}_2$ 膜を形成した場合には $1.0^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ の低界面単位密度となる。

【0031】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極11とモノシランガス9を供給するリング状材料ガスインジェクタ8との間にヘリウムガスなどの不活性ガス24を供給するリング状不活性ガスインジェクタ23を有していることである。不活性ガス24が前記リング状不活性ガスインジェクタ23から供給されると、材料ガスインジェクタ8から供給されるモノシランガス9は中間メッシュプレート電極11側へ拡散しにくくなり、従来問題となっていた、中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。また不活性ガス24の存在のために、材料ガスインジェクタ8付近でのモノシランガス9と酸素ラジカル7との反応は抑制されるため、材料ガスインジェクタ8への酸化シリコン粉状パーティクルの付着も防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0032】上記実施形態では不活性ガスインジェクタ23はリング状であったが、図3に示すような平面インジェクタでもよい。図3および図4に平面インジェクタ

## 11

の上面図と側面図を示す。平面インジェクタとする場合には、中間メッシュプレート電極を通してきた酸素ラジカル等が通る酸素ラジカル通過孔25を設ける。酸素ラジカル通過孔25と不活性ガス噴射孔28は独立した孔となっている。

【0033】このように、上記実施例における不活性ガスインジェクタは、そのガス噴射孔の位置が中間メッシュプレート電極および材料ガスインジェクタの間に位置するものであれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、必要に応じた形状をとることができる。

【0034】(実施形態2)本発明の第2の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVD法による酸化シリコン膜形成を例にとり、図5～図7を参照して詳細に説明する。図5は、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図6は、この装置の中間メッシュプレート電極の下面図である。図7は、中間メッシュプレート電極の酸素ラジカル通過孔の例を示した図である。

【0035】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図4に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート電極29、リング状材料ガスインジェクタ8によって構成されている。

【0036】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート電極29との間でグロー放電を起こさせる。ここで中間メッシュプレート電極29の酸素ラジカル通過孔30の孔径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている(図6)。通過孔30を通して拡散したラジカル7は、リング状材料ガスインジェクタ8から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0037】なお、上記実施形態における酸素ラジカル通過孔30は、図7に示すように、発生させたプラズマを閉じこめ可能なメッシュプレート32などを孔30内に有していれば、通過孔30の径はプラズマを閉じこめるための寸法でなくとも良い。

【0038】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極29が図5および図6に示すように不活性ガス噴射孔28を有していることである。不活性ガス24が不活性ガス噴射孔28から噴射されると、材料ガスインジェクタ8から供給されるモノシランガス9は中間メッシュプレート29間へ拡散しにくくなり、従来問題となっ

## 12

ていた、中間メッシュプレート電極29への酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0039】(実施形態3)本発明の第3の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図8～図10を参照して詳細に説明する。図8は、第3の実施形態における平行平板プラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図9は、この装置の中間メッシュプレート電極の下面図、図10は図9の断面図である。

【0040】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図8に示すように、真空排気可能な真空チャンバー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する中間メッシュプレート電極26によって構成されている。ここで中間メッシュプレート電極26は材料ガスインジェクタの機能を兼ねることになる。

【0041】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンバー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極26との間でグロー放電を起こさせる。ここで前記中間メッシュプレート電極26の酸素ラジカル通過孔30の径は、高周波印加電極1との間で発生させた酸素プラズマを効率よく閉じこめられるように、発生させた酸素プラズマにおけるプラズマのデバイ長と同程度の長さになっている。酸素ラジカル通過孔30を通して拡散したラジカル7は、中間メッシュプレート電極26のモノシラン噴射孔27から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0042】なお、上記実施形態における酸素ラジカル通過孔30は、第2の実施の形態の図7に示すように、発生させたプラズマを閉じこめ可能なメッシュプレート32などを孔30内に有していれば、孔30の径はプラズマを閉じこめるための寸法でなくとも良い。

【0043】本実施形態の特徴は、図8および図9に示すように中間メッシュプレート電極26自身が酸素ラジカル通過孔30、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28を同一面に有しており、図9および図10に示すように酸素ラジカル通過孔30、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28がそれぞれ独立であることである。不活性ガスは酸素ラジカル通過孔28とモノシラン通過孔27のそれぞれを囲むように存在しているため、中間メッシュプレート電極26の近くでの酸素ラジカル7とモノシラン9の反応は著しく抑制される。このため従来問題となっていた、中間メッシュプレ

13

ート電極およびガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

【0044】(実施形態4) 本発明の第4の実施の形態を平行平板リモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例にとり、図11および図12を参照して詳細に説明する。図11は、第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図であり、酸化シリコン成膜の様子を示したものである。図12は、この装置の平面インジェクタの下面図である。

【0045】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置は、基本的には図11に示すように、真空排気可能な真空チャンパー、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1、ヒーターを含む基板側対向電極2、中間メッシュプレート電極11、酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ31によって構成されている。

【0046】酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。真空排気されたCVDチャンパー内で、ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極1に酸素ガス5を導入し、中間メッシュプレート電極11との間でグロー放電を起こさせる。高周波印加電極1と中間メッシュプレート電極11でのプラズマ閉じ込めに関しては上記第1の実施例と同様である。拡散した酸素ラジカル7は、平面インジェクタ31の酸素ラジカル通過孔25を通過し、平面インジェクタ31から噴射されたモノシランガス9と反応して酸化シリコン前駆体10を形成し、被堆積基板3上に酸化シリコン膜4を形成する。

【0047】本実施形態の特徴は、図11に示すように中間メッシュプレート電極11と基板側対向電極2との間に酸素ラジカル通過孔、モノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ31を有していること、および図12に示すように平面インジェクタ31における酸素ラジカル通過孔25、モノシラン噴射孔27および不活性ガス噴射孔28がそれぞれ独立に存在していることである。不活性ガスは酸素ラジカル通過孔28とモノシラン噴射孔27のそれぞれを囲むように存在しているため、平面インジェクタ31の近くでの酸素ラジカル7とモノシラン9の反応は著しく抑制される。このため従来問題となっていた、ガスインジェクタへの酸化シリコン粉状パーティクル付着が防止または抑制される。また平面インジェクタではモノシランがプラズマ発生領域側へ拡散することはほとんどないため、中間メッシュプレート電極11への酸化シリコン粉状パーティクル付着も防止または抑制される。ここで前記不活性ガス24はヘリウムガスのほか、アルゴンガス、ネオンガスなど他の不活性ガスおよびそれら不活性ガスの組み合わせであればよい。

14

【0048】(実施形態5) 本発明の第5の実施の形態を図13を参照して詳細に説明する。

【0049】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタ材料以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0050】本実施形態の特徴は、モノシランなどの材料ガスを供給する材料ガスインジェクタの材料にあり、材料ガスインジェクタ材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図1におけるリング状材料ガスインジェクタ8を石英製とすればよい。

【0051】図13に本実施形態における石英製材料ガスインジェクタ33の長さ方向断面図を示す。インジェクタは石英で作製されており、モノシランガス噴射孔19が開孔されている。この材料ガスインジェクタに酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と石英製材料ガスインジェクタ33の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため材料ガスインジェクタからの膜片剥離も起こらない。

【0052】(実施形態6) 本発明の第6の実施の形態を図14および図15を参照して詳細に説明する。

【0053】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、第5の実施の形態と同様である。

【0054】本実施形態の特徴は、モノシランなどの材料ガスを供給する材料ガスインジェクタを被覆すること、および被覆する材料にあり、材料ガスインジェクタ被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28におけるステンレス製材料ガスインジェクタ22を付着力の強い酸化シリコン膜で被覆すればよい。

【0055】図14に本実施形態における材料ガスインジェクタの長さ方向断面図を、図15に材料ガスインジェクタの径方向断面図を示す。インジェクタ本体は例えばステンレス35で作製されており、前記ステンレスの外側表面が付着力の強い酸化シリコンで被覆されている。被覆方法としては、ステンレス表面へ高温で膜形成、あるいは石英加工品をステンレスに被せるなどがあげられる。この2層材料に所望のモノシランガス噴射孔19を開孔することで材料ガスインジェクタとなる。こ

の材料ガスインジェクタに酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と酸化シリコン被膜34の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため材料ガスインジェクタからの膜片剥離も起こらない。

【0056】(実施形態7)本発明の第7の実施の形態を図1.6を参照して詳細に説明する。

【0057】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0058】本実施形態の特徴は、プラズマ閉じ込めのための中間メッシュプレート電極の材料にあり、中間メッシュプレート電極材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28における中間メッシュプレート電極11を石英製とすればよい。

【0059】図16に本実施形態における中間メッシュプレート電極の断面図を示す。中間メッシュプレート電極42が石英で作製されており、酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30が設けられている。酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度の径の通過孔、または発生させたプラズマのデバイ長と同程度の径の通過孔、または発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズの孔を有するメッシュプレートを有する通過孔などである。

【0060】この中間メッシュプレート電極に酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と石英製中間メッシュプレート電極42の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため石英製中間メッシュプレート電極42からの膜片剥離も起こらない。

【0061】(実施形態8)本発明の第8の実施の形態を図17を参照して詳細に説明する。

【0062】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0063】本実施形態の特徴は、プラズマ閉じ込めのための中間メッシュプレート電極を被覆すること、および被覆する材料にあり、中間メッシュプレート被覆材料と成膜材料の熱膨張係数差が、ステンレスと成膜材料の熱膨張係数差よりも小さい材料となっている。成膜材料が酸化シリコンの場合、前記のような材料としては石英が適しており、例えば図28における中間メッシュプレート電極11を付着力の強い酸化シリコン膜で被覆すればよい。

【0064】図17に本実施形態における中間メッシュプレート電極の断面図を示す。中間メッシュプレート本体は例えばステンレス35で作製されており、前記ステンレスの表面の少なくとも材料ガスインジェクタ側の表面が付着力の強い酸化シリコン膜で被覆されている。付着力の強い酸化シリコン膜は高温CVD法や高圧CVD法により形成できる。被覆はステンレス表面全面になされてもよいが、材料ガスインジェクタ側の表面のみを被覆した場合は、安定したプラズマ閉じ込めを行うことができる。被覆方法としては、ステンレス表面への膜形成、石英加工品をステンレスに被せるなどがあげられる。この2層材料に酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30を設けることで、中間メッシュプレート電極となる。酸素プラズマ閉じこめ可能な構造の酸素ラジカル通過孔30は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度の径の通過孔、または発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズの孔を有するメッシュプレートを有する通過孔などである。

【0065】この中間メッシュプレート電極に酸化シリコン膜が付着し、厚膜化しても、酸化シリコン厚膜18と酸化シリコン被膜34の熱膨張係数はほぼ同じであるため、熱変化によるクラックなどは生じない。このため石英製中間メッシュプレート電極42からの膜片剥離も起こらない。

【0066】(実施形態9)本発明の第9の実施の形態を図18～図20を参照して詳細に説明する。

【0067】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタ以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0068】本実施形態の特徴は、材料ガスインジェクタが発熱体を含んで構成されていることである。

【0069】図18～図20は発熱体を含む材料ガスインジェクタの例であり、それぞれチューブ状ガスインジェクタの場合の径方向断面図を示している。

【0070】図18に示すガスインジェクタはステン

17

ス35に窒化硼素セラミクス36/グラファイト37/窒化硼素セラミクス36の3層構造セラミクスヒーターを被覆し、さらに汚染防止のために最表面を酸化シリコン34で被覆している。セラミクスヒーターはグラファイトへの通電による発熱を利用しており、窒化硼素セラミクス36は電気的絶縁の役割を果たしている。窒化硼素セラミクス36およびグラファイト37は高温の化学的気相成長法(CVD法)により形成可能であるため、図示したようなチューブ状ガスインジェクタ上への形成も可能である。図18においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。さらにヒーターについても材料に関する制限はなく、インジェクタを被覆して形成できるヒーターであればよい。

【0071】図19に示すガスインジェクタはステンレス35に酸化シリコン被膜34を施したチューブ状ガスインジェクタが基本形であり、その管内に棒状ヒーター38を有している。棒状ヒーター38としては、例えば酸化マグネシウム絶縁シース型フレキシブルマイクロヒーターなどがあげられる。前記マイクロヒーターは直径1mm程度のものが作製可能であるため、図19の構造に適している。図19においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。またヒーターについても材料や構造に関する制限はなく、インジェクタ管内に設置できるように管径よりも小さい径を有する棒状ヒーターであればよい。

【0072】図20に示すガスインジェクタはステンレス35に酸化シリコン被膜34を施したチューブ状ガスインジェクタが基本形であり、その管の外表面に棒状ヒーター38を有している。棒状ヒーター38の構成は上記図19の例と同様である。図20においてステンレス35は石英など他の材料でも良く、また酸化シリコン被膜34はなくてもよい。またヒーターについても材料や構造に関する制限はない。

【0073】上記の例ではチューブ状ガスインジェクタのみについて記したが、第3の実施の形態や第4の実施の形態で示したような平面プレート状ガスインジェクタにも適用できる。

【0074】以上のように、ガスインジェクタを発熱体を含んで構成することにより、ガスインジェクタの表面温度を高温に保つことができる。インジェクタを加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、モノシランガスインジェクタ付近での反応が早く、温度が低いために、材料ガスインジェクタには酸化シリコン粉末パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまうが、100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。そして更に150〜200℃程度に加熱すれば、材料ガスインジェクタには膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

18

【0075】(実施形態10)本発明の第10の実施の形態を図21および図22を参照して詳細に説明する。

【0076】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート電極以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0077】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極が発熱体を含んで構成されていることである。

【0078】図21および図22は発熱体を含む中間メッシュプレート電極の例であり、それぞれ断面図を示している。

【0079】図21に示す中間メッシュプレート電極はステンレス35に窒化硼素セラミクス36/グラファイト37/窒化硼素セラミクス36の3層構造セラミクスヒーターを被覆し、さらに汚染防止のために最表面を酸化シリコン34で被覆している。図21で、プラズマ発生領域をヒーターおよび酸化シリコンで被覆していないのは、プラズマの安定化を図るためであり、両面をヒーターおよび酸化シリコンで被覆してもよい。窒化硼素セラミクス36およびグラファイト37は高温の化学的気相成長(CVD)により形成可能であるため、様々な構造のヒーターを形成できるという利点を持っている。図21において酸化シリコン被膜34はなくてもよく、またヒーター材料に関する制限はなく中間メッシュプレート電極を被覆して形成できるヒーターであればよい。

【0080】図22に示す中間メッシュプレート電極は、棒状ヒーターを網状にし、ヒーター自身がプラズマ閉じ込めの機能を果たすものである。棒状ヒーター38としては、例えば酸化マグネシウム絶縁シース型フレキシブルマイクロヒーターなどがあげられる。上記マイクロヒーターは直径1mm程度のものが作製可能であり柔軟性にも富んでいるため、図22の構造に適している。棒状ヒーターの形成するメッシュプレートの孔径は、発生させたプラズマのデバイ長と同程度のサイズとなっており、プラズマを効率よく閉じこめることができる。なお棒状ヒーター38については材料や構造に関する制限はなく、プラズマ閉じ込めと発熱の両機能を果たせるものであればどのような棒状ヒーターであってもよい。

【0081】以上のように、中間メッシュプレート電極を発熱体を含んで構成することにより、中間メッシュプレート電極の表面温度を高温に保つことができる。中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、中間メッシュプレート電極には拡散してきたモノシランガスのために酸化シリコン粉末パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊

してしまふ。ここで中間メッシュプレート電極を100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。更に150～200℃程度に加熱すれば、中間メッシュプレート電極には膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

【0082】(実施形態11)本発明の第11の実施の形態を図23および図24を参照して詳細に説明する。

【0083】本発明における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、材料ガスインジェクタおよびその関連部以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0084】本発明の特徴は、材料ガスインジェクタが発熱体と接続されていることである。

【0085】図23および図24は発熱体と接続された材料ガスインジェクタの例であり、図23はリモートプラズマCVD装置の断面概略図における発熱体の位置を、図24はリング状材料ガスインジェクタを装置下面から見たときの概略図を示している。発熱体としては、200℃程度の発熱が可能で、発熱体からのチャンバ汚染が抑制されているものであれば、シーズヒーター、セラミックヒーターなどのようなヒーターであっても良い。

【0086】図23および図24に示すように、発熱体39は材料ガスインジェクタ8の主機能部分以外の位置で材料ガスインジェクタに接続されているため、材料ガスインジェクタは少なくとも金属を含む構造であり、その金属に発熱体39が接することが必要である。金属に発熱体39が接続されれば、その金属を介して、熱が材料ガスインジェクタ全体に伝導する。このようにガスインジェクタの主機能部分以外の位置に発熱体を設置することにより、CVDとしての機能を何ら制限することがなくなる、という利点を有する。

【0087】このように、ガスインジェクタを発熱体と接続させることにより、ガスインジェクタの温度を高温に保つことができる。インジェクタを加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、モノシランガスインジェクタ付近での反応が早く、温度が低いために、材料ガスインジェクタには酸化シリコン粉末パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまう。ここで中間メッシュプレート電極を100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。更に150～200℃程度に加熱すれば、材料ガスインジェクタには膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮

遊はなくなる。

【0088】(実施形態12)本発明の第12の実施の形態を図25および図26を参照して詳細に説明する。

【0089】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、中間メッシュプレート電極およびその関連部以外は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0090】本実施形態の特徴は、中間メッシュプレート電極が発熱体と接続されていることである。

【0091】図25および図26は発熱体と接続された中間メッシュプレート電極の例であり、図25はリモートプラズマCVD装置の断面概略図における発熱体の位置を、図26は中間メッシュプレート電極を装置下面から見たときの概略図を示している。発熱体としては、200℃程度の発熱が可能で、発熱体からのチャンバ汚染が抑制されているものであれば、シーズヒーター、セラミックヒーターなどのようなヒーターであっても良い。

【0092】図25および図26に示すように、発熱体39は中間メッシュプレート電極11の主機能部分以外の位置で材料ガスインジェクタに接続されているため、中間メッシュプレート電極は少なくとも金属を含む構造であり、その金属に発熱体39が接することが必要である。金属に発熱体39を接続すれば、メッシュプレート全体に熱が伝導する。図26の例ではメッシュプレート11の外周すべてに発熱体39を接続しているが、部分的に接続した構成でも良い。中間メッシュプレート電極の主機能部分以外の位置に発熱体を設置することにより、CVDとしての機能を何ら制限することがなくなる、という利点も有している。

【0093】このように、中間メッシュプレート電極を発熱体と接続することにより、中間メッシュプレート電極の温度を例えば100℃や200℃といった温度に保つことができる。中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、中間メッシュプレート電極には拡散してきたモノシランガスのために酸化シリコン粉末パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンバ内に浮遊してしまう。ここで中間メッシュプレート電極を100℃程度に加熱すれば非常に細かいパーティクルとなり、付着力も強くなる。更に150～200℃程度に加熱すれば、中間メッシュプレート電極には膜状の酸化シリコンが付着することになり、パーティクル浮遊はなくなる。

【0094】(実施形態13)本発明の第13の実施の



形態を図27を参照して詳細に説明する。

【0095】本実施形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の構成は、基本的に図28に示す従来例の平行平板リモートプラズマCVD装置と同様であり、第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置、第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置および第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置などにも適用できる。

【0096】本実施形態の特徴は、ヒーターを含む基板側対向電極と材料ガスインジェクタの距離、およびヒーターを含む基板側対向電極と中間メッシュプレート電極の距離を指定距離以下にすることにある。

【0097】図27は基本的な平行平板リモートプラズマCVD装置において、ヒーターを含む基板側対向電極2と材料ガスインジェクタ8の距離、およびヒーターを含む基板側対向電極2と中間メッシュプレート電極11の距離を示したものである。

【0098】図27に示した、ヒーターを含む基板側対向電極2と材料ガスインジェクタ8の距離40およびヒーターを含む基板側対向電極2と中間メッシュプレート電極11の距離41は、短いほど基板側対向電極2のヒーターからの輻射熱および伝導熱の影響で熱せられ易い。また、チャンパ内圧力が高いほど、基板側対向電極2のヒーターの温度が高いほど熱せられ易い。典型的なプラズマCVD法の圧力は13〜130Pa、ヒーター温度は200〜350℃であり、この範囲内で最も材料ガスインジェクタまたは中間メッシュプレート電極の加熱が容易なのは、圧力130Pa、ヒーター温度350℃の条件、もっとも加熱が困難なのは、圧力13Pa、ヒーター温度200℃の条件である。前者の条件で、材料ガスインジェクタ8または中間メッシュプレート電極11の温度を100℃以上とするには、前記距離40または距離41は0〜120mmであればよい。また後者の条件で材料ガスインジェクタ8または中間メッシュプレート電極11の温度を100℃以上とするには、前記距離40または距離41は0〜60mmであればよい。

【0099】このように、材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11とヒーターを含む基板側対向電極2の距離を指定距離以下とし、基板側対向電極2のヒーターの輻射熱および伝導熱を利用することにより、特殊な構造を追加せずに材料ガスインジェクタ8および中間メッシュプレート電極11を高温に保つことが可能となる。

【0100】材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極を加熱せずに酸化シリコン膜形成を行った場合は、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極には酸化シリコン粉状パーティクルが付着し、付着力が弱いためにチャンパ内に浮遊してしまう。とこ

ろが材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極が100℃程度に加熱されていけば非常に細かいパーティクル、あるいは膜状の酸化シリコンとなり、付着力も強くなるため、パーティクル浮遊は激減する。

【0101】以上の実施の形態においては、モノシランと酸素を用いた酸化シリコン膜形成を例にあげて本発明の説明を行ったが、モノシランのかわりにジシランなどの高次シランやTEOS (Tetraethoxysilane) などの液体Si原料などでもよく、酸素のかわりに亜酸化窒素、酸化窒素などを用いても良い。

【0102】また実施の形態における実施例は、酸化シリコン膜形成を例にあげて説明を行ったが、モノシランとアンモニアの反応による窒化シリコン膜形成、モノシランの分解による非晶質シリコン膜形成など他の材料のプラズマCVD成膜に関しても同様の効果を得ることができる。

【0103】さらに全ての実施の形態においては、平行平板リモートプラズマCVD装置を用いた例をあげたが、本発明は、プラズマ発生室と基板処理室の間に複数の孔が設けられたプラズマ分離用の中間メッシュプレート電極を有するプラズマCVD装置であれば、マイクロ波プラズマ、電子サイクロトロン共振プラズマ、誘導結合プラズマ、ヘリコン波プラズマを用いたプラズマCVD装置など、どのような形態の装置であっても適用される。

【0104】

【発明の効果】本発明によって、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極への酸化シリコン粉状パーティクルの付着が防止または抑制されたこと、材料ガスインジェクタおよび中間メッシュプレート電極からの膜片の剝離が防止または抑制されたことにより、基板への酸化シリコン粉状パーティクル付着および基板への酸化シリコン膜片の付着は防止または抑制され、MOS素子のゲート絶縁膜や層間絶縁膜に好適な酸化シリコン膜を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、リング状ガスインジェクタの下面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、不活性ガス平面インジェクタの下面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、不活性ガス平面インジェクタの側断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態における平行平板リ

モートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の酸素ラジカル通過孔の例を示した図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図9】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図である。

【図10】本発明の第3の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の側断面図である。

【図11】本発明の第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図12】本発明の第4の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、平面インジェクタの下面図である。

【図13】本発明の第5の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの長さ方向断面図である。

【図14】本発明の第6の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの長さ方向断面図である。

【図15】本発明の第6の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの径方向断面図である。

【図16】本発明の第7の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の断面図である。

【図17】本発明の第8の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の断面図である。

【図18】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第1の例の径方向断面図である。

【図19】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第2の例の径方向断面図である。

【図20】本発明の第9の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの第3の例の径方向断面図である。

【図21】本発明の第10の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の第1の例の断面図である。

【図22】本発明の第10の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の第2の例の断面図である。

【図23】本発明の第11の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図24】本発明の第11の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、材料ガスインジェクタの下面図を中間メッシュプレート電極とともに示した図である。

【図25】本発明の第12の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図26】本発明の第12の実施の形態における平行平板リモートプラズマCVD装置の、中間メッシュプレート電極の下面図を材料ガスインジェクタとともに示した図である。

【図27】本発明の第13の実施の形態および第13の実施の形態における、材料ガスインジェクタ、中間メッシュプレート電極およびヒーターを含む基板側対向電極の関係を示す平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図28】従来の平行平板リモートプラズマCVD装置の概略図である。

【図29】従来の材料ガスインジェクタの概略図である。

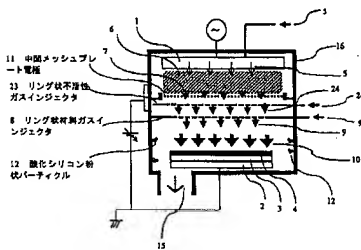
【符号の説明】

- 1 ガスシャワーヘッドを含む高周波印加電極
- 2 ヒーターを含む基板側対向電極
- 3 被堆積基板
- 4 酸化シリコン膜
- 5 酸素ガス
- 6 酸素プラズマ
- 7 酸素ラジカル
- 8 リング状材料ガスインジェクタ
- 9 モノシランガス
- 10 酸化シリコン前駆体
- 11 中間メッシュプレート電極
- 12 酸化シリコン粉状パーティクル
- 13 浮遊した酸化シリコン粉状パーティクル
- 14 被堆積基板上に付着した酸化シリコン粉状パーティクル
- 15 真空排気口
- 16 チャンバ壁
- 17 熱膨張によるクラック
- 18 酸化シリコン厚膜
- 19 モノシランガス噴射孔
- 20 膜剥離
- 21 酸化シリコン剝離膜片
- 22 ステンレス製材料ガスインジェクタ
- 23 リング状不活性ガスインジェクタ
- 24 不活性ガス
- 25 酸素ラジカル通過孔
- 26 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する中間メッシュプレート電極
- 27 モノシラン噴射孔

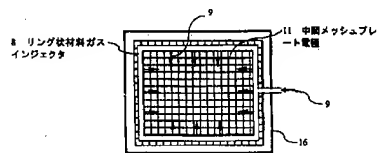
- 28 不活性ガス噴射孔  
 29 不活性ガス噴射孔を有する中間メッシュプレート  
 電極  
 30 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔  
 31 酸素ラジカル通過孔およびモノシラン噴射孔および不活性ガス噴射孔を同一面に有する平面インジェクタ  
 32 プラズマ閉じこめ可能な酸素ラジカル通過孔の中のメッシュプレート  
 33 石英製材料ガスインジェクタ  
 34 酸化シリコン被膜

- 35 ステンレス  
 36 窒化硼素セラミクス  
 37 グラファイト  
 38 棒状ヒーター  
 39 発熱体  
 40 材料ガスインジェクタと、ヒーターを備える基板設置側電極との距離  
 41 中間メッシュプレート電極と、ヒーターを備える基板設置側電極との距離  
 10 42 石英製中間メッシュプレート電極

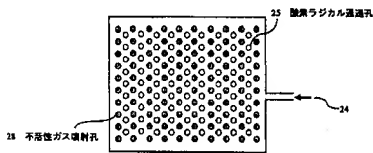
【図1】



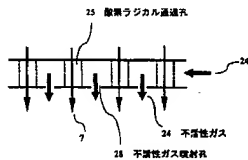
【図2】



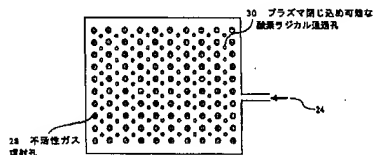
【図3】



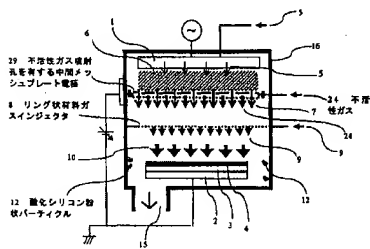
【図4】



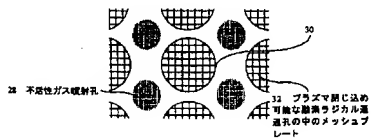
【図6】



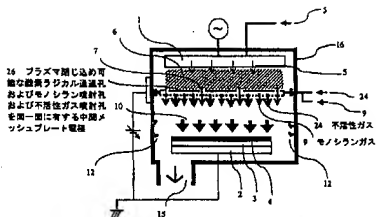
【図5】



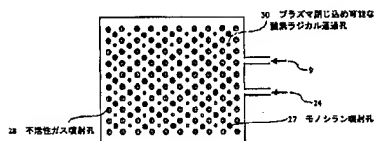
【図7】



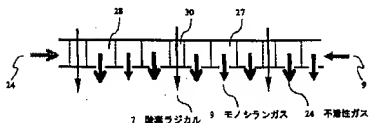
【図8】



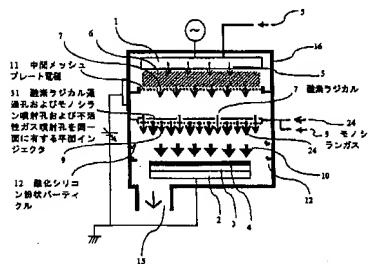
【図9】



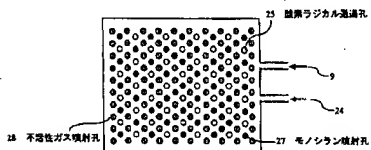
【図10】



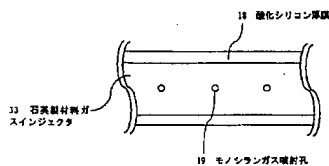
【図11】



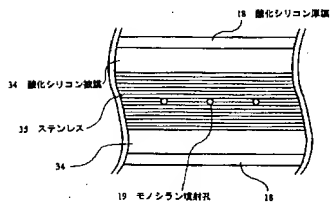
【図12】



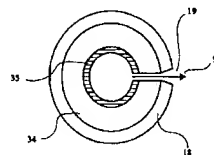
【図13】



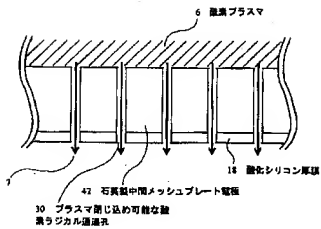
【図14】



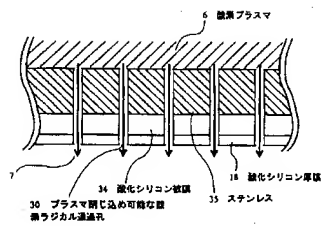
【図15】



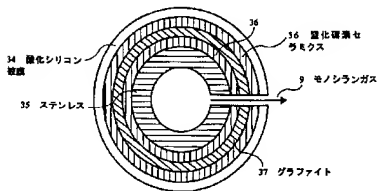
【図16】



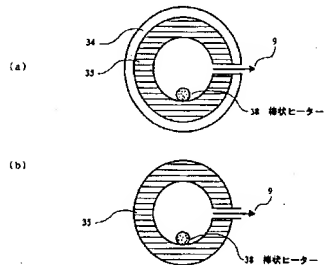
【図17】



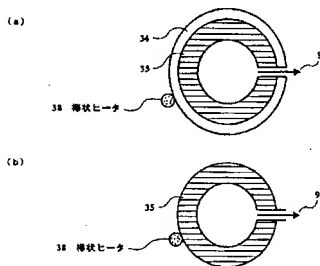
【図18】



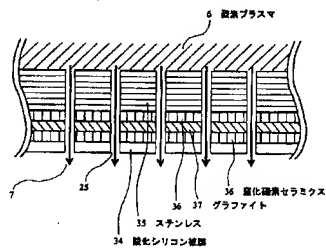
【図19】



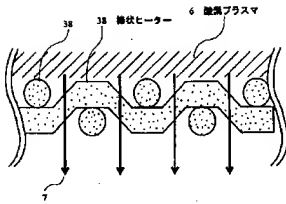
【図20】



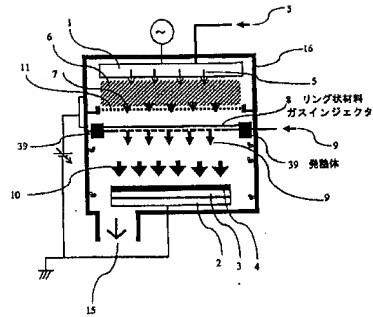
【図21】



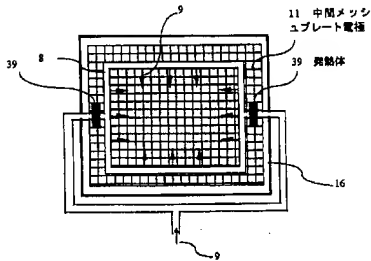
【図22】



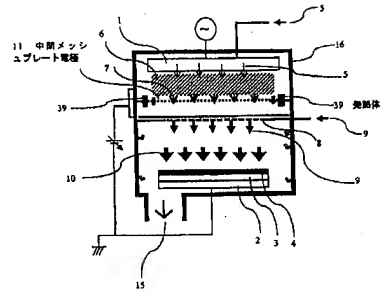
【図23】



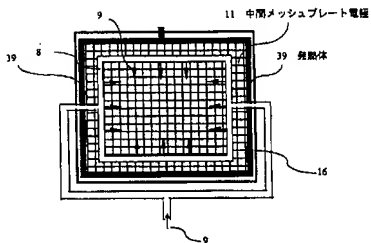
【図24】



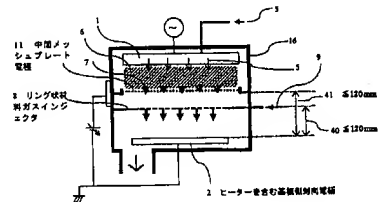
【図25】



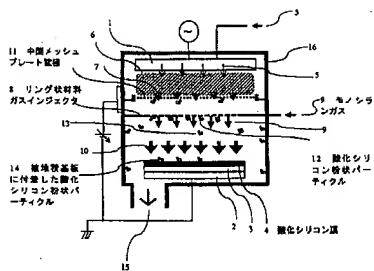
【図26】



【図27】



【図28】



【図29】

